NUOVA TEORIA SISMICA

DELLE

MAREE

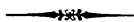
BREVE ESPOSIZIONE

DI

GIULIO GRABLOVITZ

TRIESTE
STABILIMENTO TIPOGRAFICO APPOLONIO & CAPRIN
1876

Giulio Grablovitz. Edit.

PREFAZIONE

Nell'intraprendere le indagini sulle maree, ebbi l'unica intenzione di trovare formole puramente empiriche, mediante cui si potessero calcolare con qualche esattezza gl'istanti del fenomeno e le relative altezze pel mare Adriatico, giacchè mi pareva impossibile che alcune anomalie, le quali si riproducevano con una certa regolarità, non avessero a dipendere, non già da cause accidentali, ma da una causa razionale e perciò suscettibile a calcolo.

Senonchè tali indagini mi condussero a conclusioni, che non mi sarei atteso dalla poca cognizione da me acquisita in tale scienza nel breve corso d'un anno; tale circostanza giovò forse d'altro canto a tenermi lontano dagli errori in cui cade chi, approfondito nella materia, non è più in grado d'emanciparsi dalle massime assorbite, appoggiato a teorie che, quantunque corrispondano agli effetti, possono esser fondate, in quanto riguardi le vere cause, su una teoria erronea.

Finora si sospettò, non si provò la relazione esistente tra i fenomeni atmosferici, oceanici e tellurici; io credo d'avere sciolto almeno in parte il problema e nell'accingermi a provare il mio asserto nel presente opuscolo, in cui esporrò l'argomento *in ordine d'importanza*, debbo premettere che il mio lavoro, come frutto d'una nuova idea, riuscirà assai imperfetto, per cui nel chiedere antecipatamente indulgenza verso i difetti, certamente non pochi, che verranno riscontrati nel corso dell'opera, chiudo la prefazione con l'esposizione della nuova teoria, cioè:

„Le maree sono dovute per la massima parte ad oscilla-
„zioni del suolo impresse nei punti più flessibili della crosta
„terrestre dall'attrazione della luna e del sole."

Trieste 22 Marzo 1876.

GIULIO GRABLOVITZ.

PARTE PRIMA

SULLE MAREE DEL GLOBO IN GENERALE

CAPITOLO UNICO

Chiunque si accinga a prendere una cognizione elementare del fenomeno delle maree, si meraviglia delle grandi proporzioni in cui esso si manifesta sulle coste dell' Oceano Atlantico, specialmente nella baja di Fundy e sulla costa Nord-Ovest della Francia; ma ecco presentarglisi in tutti i trattati la risposta, che le maree della baja di Fundy e dei golfi adiacenti (pure forti) dipendono dall' opposizione che fanno quelle coste alle maree procedenti dall' Est all'Ovest, secondo il giro apparente della luna; tale spiegazione può andar bene per le coste americane non già per le francesi, ove sarebbe intieramente assurda; peraltro la spiegazione non si fa aspettare nemmeno per queste. Si vuol dire che ciò dipenda dalla speciale conformazione delle coste e fin qui sarei d' accordo se si convenisse che la marea proviene dall' Ovest; ma si soggiunge che i venti occidentali e le correnti marine accrescono l'altezza delle maree; ciò non mi soddisfa punto, perchè tali cause possono talvolta mantenere costantemente assai elevato il livello medio, ma non già agire periodicamente, come converrebbe ammettere, per render conto degli effetti.

Razionalmente le maree dovrebbero aver luogo nei mari aperti poco dopo il passaggio della luna al meridiano, ma come vedremo in seguito ciò non avviene che su pochissime coste.

Si crede generalmente che le maree siano più forti agli equinozi che ai solstizi; in realtà ciò avviene, ma in teoria le formole dovrebbero serbarsi intatte, perchè l'influenza del sole e della luna non varia. L' *empirismo* delle formole finora adottate trasse i calcolatori a supporre una diversa influenza secondo le stagioni, come dimostrerò in seguito.

Un recente atlante inglese, ammirabile per la diligenza con cui fu compilato, dice che le maree hanno origine nell' Oceano Indico e si diffondono con una velocità sì prodigiosa, da raggiungere le coste inglesi in 60 ore. Premesso che una tal velocità non mi sembri affatto prodigiosa dal momento che, secondo la teoria generale delle maree, queste dovrebbero compiere il giro del globo in $24^h\ 49'$, mi riesce incomprensibile come la marea, fatto il giro del capo di Buona Speranza, ove non raggiunge che un metro d'altezza, e correndo prossimamente in direzione longitudinale e poi verso oriente, cioè in direzione del tutto opposta al giro apparente della luna, acquisti tanta forza da battere le coste di Francia nel modo osservato.

Mi posi a confrontare le ore dette „Stabilimento del porto“ delle coste su cui si fanno tali osservazioni ed intravidi bentosto nella massima parte delle maree l' effetto esposto nella prefazione. Il focolare delle maree dell' Atlantico esisterebbe in vicinanza delle piccole Antille. A convalidare questa opinione sorge anzitutto lo stabilimento del porto di S. Lucia, vulcano tuttora in attività; secondo l'annuario delle maree delle coste francesi l' alta marea ha luogo colà $6^h\ 40'$ dopo il passaggio della luna al meridiano; questa particolarità mi fa supporre, che trovandosi quell' isola sulla plaga mobile del suolo, l' effetto immediato del movimento sia la bassa, anzichè l' alta marea.

L' ipotesi d' un movimento semidiurno del terreno presso le Antille mi sembra atto a dar ragione delle altezze a cui giunge la marea nei porti di Brest e di S. Malò, nonchè in qualche porto irlandese; al sud di Brest, come si può osservare dalle carte geografiche e dalle tavole annesse al presente opuscolo, fanno scudo alle coste di Francia quelle della Spagna, le quali, ricevendo obliquamente l' onda della marea, permettono che gli effetti di questa si accumulino, per riversarsi, varcato il capo Finisterre, con tutta l' energia sulle spiaggie che vi sono esposte all' esterno del rettilineo Antille — Finisterre — Nantes; le unità d' altezza segnate accanto alle ore dei singoli porti, mi sembrano troppo eloquenti, perchè mi giovi entrare in ulteriori dimostrazioni. (V. pag. 32).

Debbo rendere avvertiti i lettori che le ore si riferiscono al meridiano locale, mentre, in coerenza alla mia ipotesi, converrebbe ridurle ad un meridiano comune; il che stimo per ora ozioso, giacchè come si vedrà conviene fare in questo rapporto una radicale ed importante riforma.

Esaminando le ore delle coste inglesi si può osservare che la marea delle Antille si fa sentire progressivamente nel canale della Manica, sulle

coste belghe, olandesi e danesi e fino al sud della Norvegia da una parte e dall'altra fino poc' oltre la foce del Tamigi. Al nord di questa zona le ore presentano un salto repentino, che si manifesta fra Lindesnaes e Stavanger sulle coste della Norvegia, mentre sulle britanniche le ore, anzichè procedere nell' ordine di prima incominciano a retrocedere.

Quest'anomalia è dovuta, a quanto pare, ad una *marea riflessa* (derivante da quella delle Antille) che fatto il giro delle isole britanniche, si rende manifesta soltanto nelle località, a cui le isole stesse fanno l'ufficio di diga contro la *marea diretta.* La carta N. 2 prova in modo evidente il mio asserto; il punto di partenza della *marea riflessa* è il Nord della Scozia; di là questa marea rasenta da un lato le coste britanniche fino alle foci del Tamigi, dall'altro, toccato il punto più occidentale della Norvegia (presso Stavanger) si manifesta in poche ore lungo tutta la costa; tale velocità non è che apparente, giacchè dipende dalla posizione speciale della Norvegia, la quale venendo investita dalla marea quasi in direzione perpendicolare, la sente quasi ad un tempo stesso da un capo all'altro.

Dal Nord della Norvegia alla Nuova Zembla la marea procede nell' ordine primiero, giacchè per quelle regioni le isole britanniche non dànno ostacolo alcuno. Non mi sembra inopportuno richiamare l'attenzione dei lettori sul ben noto vortice di Malström, che aumenta e scema di furore ad intervalli di sei ore, come la marea, e si forma in vicinanza della costa, precisamente sul prolungamento d' una linea tracciata dalle Antille al Nord della Scozia, cioè nel punto in cui la costa di Norvegia cessa d' esser difesa, a mezzo delle isole britanniche, dalla marea diretta.

Dopo tutto ciò, desidererei possedere il risultato delle osservazioni delle altezze, prima d' escludere totalmente il sospetto balenatomi d'una marea secondaria proveniente dall'Islanda ove sorge l' Hecla.

Da quanto ho finora esposto sul modo in cui si propagano le maree, trarrei la facile e verosimile conseguenza, che la marea perde gran parte della sua forza e velocità nel girare una costa; opinione molto più verosimile dell'antica, la quale venne ammessa, non già perchè appoggiata a teorie indiscutibili, ma perchè fu forza ammetterla in base alle osservazioni dirette.

Oltre a quanto si riferisce alla diretta osservazione delle maree, richiamo l'attenzione dei lettori sul terribile terremoto di Lisbona, in occasione del quale la linea di maggiore scuotimento, e la direzione delle scosse aveva con le Antille una relazione somigliante a quella del terremoto di Belluno (di cui parlerò nella seconda parte) con l'Etna.

Ricordo del pari la gran corrente marina conosciuta sotto il nome di *Gulf Stream*, che si cercò di spiegare in molti modi, senza giungere mai ad una conclusione teorica inoppugnabile; essa parte dal golfo del

Messico e corre in direzione contraria al movimento che la rotazione diurna dovrebbe imprimerle e con una velocità superiore a quella delle altre correnti; la sua velocità diminuisce per altro verso le coste europee ove si scinde in due rami, l'uno dei quali si dirige al Nord e l'altro volge al Sud, poi all'Ovest rimettendosi nel senso delle correnti naturali, finchè, giunto presso le Antille e molto prima di battere contro alcuna costa, viene gagliardamente respinto, ed insieme alla corrente equatoriale, che viene respinta in pari guisa, come se una forza suprema sorgesse dal fondo del mare, va a formare la corrente contraria della Guinea. Nel punto in cui tali correnti retrocedono e da cui sembra aver principale origine il *Gulf Stream*, è da ricercarsi il radiante della marea, ossia il luogo della massima oscillazione del suolo. Esso è situato prossimamente a 10 lat. Nord ed a 35° Ovest Ferro.

Quest' ubicazione corrisponde esattamente all' istmo che, secondo le tradizioni egiziane, congiungeva la sommersa Atlantide (ora mare di Sargasso) all' America meridionale. Questa parte, ora sottomarina, del mondo sarebbe tuttora in movimento, secondo la mia teoria, ed il movimento semidiurno darebbe luogo a lentissime alterazioni del sottosuolo dell' Atlantico; delle quali abbiamo una prova nella scomparsa delle numerosissime alghe marine, che imbarazzavano la traversata all'epoca della scoperta d' America. L'estensione e la violenza del terremoto di Lisbona mi provano esser questo la pura e semplice continuazione della catastrofe che sommerse l' Atlantide.

In quella località hanno luogo strani fenomeni, che possono avere grande relazione con l'addotta causa delle maree; i così detti *raz de marée* vengono descritti nel modo seguente nell' *Enciclopedia popolare* (ediz. Pomba-Torino 1842):

„Le onde, che da lungi sembrano avanzarsi tranquillamente sino a „due o trecento tese s'innalzano tutt' ad un tratto presso la spiaggia come „se fossero respinte obliquamente, da una forza irresistibile, e scoppiano „con fragorosa violenza. I vascelli che si trovano allora sopra la costa o „sulle rade scoperte, non potendo nè prendere il largo, nè sostenersi sulle „ancore, vanno a rompersi contro terra, senza speranza di salute. Gli „uragani, la cui memoria abbia lasciato maggiore spavento nelle Antille, „sono quelli degli anni 1766, 1779, 1780, 1788, 1813 e 1817. Ma ciò „che è grandemente notevole e che finora non si è potuto spiegare, si è „che le quattro grandi Antille e, tra le piccole, Tabago e la Trinità non „sono ancora mai state assalite dall' uragano."

Basta osservare la disposizione di queste isole e la loro posizione rispetto al punto indicato, per darsi ragione di questa anomalia.

La marea delle Antille estende i suoi effetti alle coste orientali d' America; nell'America meridionale non è molto estesa, almeno per quanto è lecito giudicare dalle ore dei porti, ma è assai sensibile alle

foci del fiume delle Amazzoni, mentre nell'America settentrionale si manifesta fino in Terranuova ed è energica nei punti più direttamente espostivi, segnatamente nella baia di Fundy, ove l'unità d'altezza è di 15 metri in circa.

È certo che le maree dell'Atlantico, sono pressochè uguali, stante la vicinanza del punto radiante all'Equatore; se invece, come si pretende, la marea provenisse dall'Oceano Australe, i valori dovrebbero adattarsi ad una latitudine di più di 45° Sud, il che non si verifica affatto. Conviene dunque cangiare di pianta le formole; se anche in pratica i risultati torneranno quasi uguali, essi risponderanno assai meglio in teoria alle esigenze della scienza.

Sulle coste francesi (dicono i trattati) le maree sentono l'influenza luni-solare in 36 ore di ritardo, il che mi sembra naturalissimo, perchè la marea deve impiegare incirca quel tempo nella traversata dell'Atlantico, come si può dedurre per analogia dalla velocità che ha sulle coste degli Stati Uniti.

La differenza osservata fra le maree equinoziali e solstiziali può essere, come dissi, del tutto apparente e derivare da ciò; che agli equinozi la luna ed il sole si trovano alle sizigie presso l'Equatore e passano perciò a 10° dallo Zenith o dal Nadir del punto radiante, in modo da produrre due maree uguali, mentre ai solstizi passano ad uno dei meridiani a 13° dallo Zenith o dal Nadir ed al meridiano opposto a 33°, producendo due maree disuguali, la cui media è *inferiore* alle maree equinoziali.

Qualora tutte queste dimostrazioni non si ritenessero sufficienti, proporrei la revisione di tutte le osservazioni mareografiche operate finora sulle coste dell'Atlantico, per dedurne la vera unità d'altezza ed il rapporto fra la discesa e la salita, in base alla latitudine del punto radiante della marea, col metodo che suggerirò per l'Adriatico.

Il primo punto d'Europa lambito dalla marea delle Antille è il punto a queste più vicino, cioè la foce del Tago; essa si manifesta successivamente su tutta la costa spagnuola, poi sulla francese; all'ingresso dello stretto di Gibilterra essa presenta qualche ineguaglianza (come nel passo di Calais) dovuta all'agglomeramento che dapprima si forma ed allo sfogo che poi trovano le acque nel passaggio; in conseguenza di ciò le ore tendono a rimanere stazionarie od a retrocedere alcun poco fino al passaggio dello stretto, appena varcato il quale riprendono l'ordine primitivo.

Varcato lo stretto di Gibilterra la marea s'affievolisce tanto che Malaga e le foci del Tetuan sono le ultime località in cui il suo movimento si possa ancora visibilmente apprezzare. Ora entriamo per un istante a casa nostra. La marea del Mediterraneo che si forma, come dimostrerò, presso l'estremità meridionale della penisola italiana, si versa da una parte nell'Adriatico e dall'altra, involgendo la Sicilia, si manifesta prima nella Sirti minore, poi alle coste Sarde e Napoletane e

si espande, affievolendo sempre più, lungo le coste africane da un lato e lungo le coste latine dall'altro, fino a 20° di longitudine Est ferro, ove la marea atlantica e la mediterranea sembrano distruggersi a vicenda. Probabilmente la marea si fa sentire anche nel seno orientale del Mediterraneo, ma siccome la scienza non potè finora estendere pienamente le sue nobili conquiste a quelle regioni, non m'è possibile di giudicarne.

Il vortice e l'irregolarità delle maree di Negroponte peraltro mi fanno sospettare che possano esservi due punti radianti, oppure che il movimento del suolo possa estendersi su di una linea dall' Etna a Negroponte; soltanto ben ordinate osservazioni possono recar luce in proposito.

Uscendo dallo stretto di Gibilterra e procedendo verso il Sud, osservo che le ore procedono con discreta regolarità fino al Capo Verde; converrebbe conoscere peraltro esattamente le profondità di quei mari, nonchè la posizione topografica dei mareografi, per rendersi ragione di qualche anomalia che vi s'incontra.

Oltre il Capo Verde le ore non obbediscono più alla marea delle Antille, il che è da attribuirsi all'essere questa marea spinta, secondo tutte le apparenze, in direzione perpendicolare alla costa Brasiliana presso cui si forma, mentre il Capo Verde si trova quasi sul prolungamento di quella stessa costa; al di sotto di quella linea la corrente equatoriale contraria va ad estinguersi nel gran Golfo di Guinea, dove pel riposo delle acque soggiornano le alghe marine, ivi accumulate dalle correnti da chi sa quali enormi distanze.

Un'altra marea che dà pure origine ad una corrente contraria, energica quanto il *Gulf Stream*, sembra avere il suo punto radiante in un arcipelago appartenente ad una semimondiale catena vulcanina e bersagliato da frequenti terremoti e da strane vicende atmosferiche, cioè presso le isole Filippine; è singolare che questo punto radiante si trovi quasi agli antipodi delle Antille. Ivi si verifica nuovamente la particolarità osservata a S. Lucia nell'ora del porto, che è di circa 7 ore nelle isole Liù-Chiù e Bonin e nel porto Lloyd. Essendo queste località alquanto discoste l'una dall' altra, si può arguire essere assai estesa la plaga flessibile; ciò non può peraltro venire accertato che estendendo le osservazioni a molti punti di quell'arcipelago, benchè vi si possa scorgere grande verosimiglianza pel fatto che le accidentalità del terreno sono del pari molto estese e che il retrocedere delle correnti, benchè sia manifesto quanto quello delle Antille, non è tanto circoscritto.

È inoltre da osservarsi che gli uragani in quelle regioni coincidono con le sizigie.

L'andamento della marea lungo la costa orientale asiatica, a quanto si può giudicare dai pochi dati che si posseggono, s'accorda con l'immaginata situazione del radiante, fino allo stretto di Bering. Dalle ore della

costa occidentale americana, benchè l'andamento sia manifesto verso il Nord nell'America settentrionale e verso il Sud nella meridionale, non è possibile dedurre se la marea dipenda dal radiante delle Filippine o dal movimento che ha luogo alle Antille e s'estende forse al di là dell'Istmo di Panama; non sarebbe improbabile altresì, che si trattasse d'una marea speciale dipendente dalle Cordigliere delle Ande o da qualche altro centro vulcanico di quelle regioni. Soltanto una serie di ben ordinate osservazioni, che venissero intraprese lungo quelle coste in un grande numero di stazioni, potrebbe chiarire la triplice questione.

Non è peraltro da trascurarsi, che la corrente equatoriale contraria si dirige precisamente verso l'Istmo di Panama e la marea, prendendo probabilmente la stessa via, si manifesta colà prima che in qualunque altro punto della costa americana.

Comunque sia quella marea sembra estendersi poco oltre la Terra del Fuoco, ove produce una marea riflessa assai lenta e di breve corso, la quale lambendo le coste della Patagonia giunge appena alle coste della Plata. Quindi fino a Pernambuco, cioè fino al punto in cui non ha ancora effetto la marea delle Antille, l'alta marea ha luogo al più tardi quattro ore dopo il passaggio della luna al meridiano *locale*. Nel presente trattato è questo il primo caso in cui m'accade di poter attribuire il fenomeno ad una vera marea oceanica, obbediente *direttamente* all'attrazione luni-solare ed indipendente (o quasi) da cause sismiche. Essa ha origine alla latitudine del Capo di Buona Speranza nell'Oceano Indico e si farebbe sentire anche nell'Oceano Pacifico se non venisse turbata da altre maree più forti. A quest'ipotesi sono tratto dal fatto che questa marea ha luogo in tutto il suo corso, come dissi, entro quattro ore dopo il passaggio della luna al meridiano locale, e ciò accade nell'isola di Madagascar, nell'Africa meridionale, nelle isolette adiacenti e, come ho detto, sulle coste orientali del Brasile; essa si manifesta nel golfo del Bengala, nel mare d'Oman e nelle insenature del Golfo Persico e del Mar Rosso con un ritardo che mi sembra procedere con regolarità sufficiente nella naturalissima direzione di S. E. a N. O.; per poterne giudicare bene l'andamento converrebbe che le stazioni d'osservazione fossero più numerose e più opportunamente disposte. Che questa marea possa svilupparsi in modo indipendente da quelle delle Antille e delle Filippine, è facilmente comprensibile, giacchè quella delle Antille, come ho dimostrato poc'anzi, non estende la sua influenza molto al di là del Capo Verde, al Sud del quale le ore sono irregolari per la collisione delle due maree, mentre quella delle Filippine è totalmente paralizzata nell'Oceano Indico dalla colossale diga formata dalla penisola indo-chinese e dalle isole Sumatra, Giava, della Sonda ed altre più piccole che, schierate fra l'Asia e la Nuova Olanda, hanno per contro diga Borneo e la Nuova Guinea.

A titolo di semplice curiosità faccio notare che lungo quella linea, la quale si può considerare il diversorio mondiale delle maree, la decli-

nazione magnetica è quasi nulla, e lo stesso avviene in pari condizioni nelle Americhe.

I pochi dati che si posseggono di quei mari lontani, non mi permettono d'investigare e scoprire, come per le coste europee ed americane l'andamento delle maree in modo sicuro ed incontestabile.

È bensì vero che pel Mediterraneo mancano pure dati precisi, ma ciò non è certamente da attribuirsi a poco zelo, chè anzi le osservazioni degli altri fenomeni della natura vengono operate, almeno sulle coste europee, su larghissima scala e le stazioni vanno aumentandosi di giorno in giorno; bensì alla poca importanza che si diede finora al fenomeno delle maree, stante il poco disturbo ch'esso ci dà. A Venezia, ove avvengono forse le più forti maree del Mediterraneo, le osservazioni procedono regolarmente e vengono rese di pubblica ragione; quanto prima le osservazioni verranno estese a qualche altro porto ed anzi, a quanto mi si comunica in proposito con la più squisita gentilezza dall'ufficio idrografico della Marina Regia, esse verranno intraprese ben presto nel porto di Genova ed entro l'anno a Messina.

Così pure l'egregio prof. Farolfi di qui mi promise il suo gentile e valido appoggio per la revisione dei rilievi grafici, che si possegono dei porti di Trieste e di Corfù.

Nel presente trattato, ho preso in seria considerazione come si vede, soltanto tre radianti sismici; quello delle Antille e quello, non bene definito, delle Filippine hanno un'influenza mondiale; il terzo, quello dell'Adriatico, è d'importanza locale e si rende manifesto, solamente perchè ha influenza sulle acque d'un mare chiuso e non disturbato da altre maree. Tuttavia esso non può non destar interesse a tutto il mondo scientifico, perchè la sua posizione speciale non trova riscontro in alcun altro mare e fu perciò la chiave unica della mia nuova teoria. Non nego, anzi ammetto l'esistenza di moltissimi focolari di maree, ma questi in gran parte sfuggono e sfuggiranno ognora alle più diligenti ricerche, perchè i loro effetti vengono assai probabilmente celati od interamente paralizzati da maree più forti.

Debbo far osservare un'altra circostanza che conferma la mia teoria; i mari, in cui la marea oceanica sembra essere affatto indipendente da moti sismici, sono quelli in cui i centri vulcanici attivi sono più rari.

Come dissi nella prefazione, il presente trattatello non ha per iscopo che l'esposizione della nuova teoria; i particolari contengono senza dubbio difetti enormi, che soltanto la critica degli scienziati e le ulteriori investigazioni riusciranno ad eliminare. Frattanto ho voluto esporre rozzamente la mia idea; ora se la mia nuova teoria incontrerà (come spero non per vanità personale, bensì per amore al progresso delle scienze) favorevole accoglienza nel mondo scientifico, non è a dubitarsi che le osservazioni verranno estese viemmaggiormente, giacchè il calcolo delle

maree non si limiterebbe più a sorvegliare le proprietà di coloro che posseggono depositi esposti all'invasione del mare, ma si estenderebbe allo scopo, eminentemente scientifico, di stabilire la teoria del più terribile ed imponente fenomeno offertoci dalla natura, il terremoto; gioverebbe non poco alla navigazione per lo studio *teorico* delle correnti marine, e spanderebbe luce su molti altri fenomeni tuttora inesplicati, segnatamente sulla meteorologia, che finora non ebbe un successo paragonabile allo zelo, con cui vi si dedicano i nostri numerosi luminari della scienza.

PARTE SECONDA

SULLE MAREE DELL' ADRIATICO

Le osservazioni, che mi servirono di base nel calcolare gli elementi del fenomeno delle maree, sono quelle del Mareografo di Venezia, le quali vengono pubblicate, benchè non molto regolarmente dalla „Gazzetta di Venezia.“ Gettando un' occhiata su quelle indicazioni, appaiono singolari e degne d' attenzione le seguenti circostanze a cui vanno soggette le nostre maree, cioè:

1. La più forte marea avviene quasi sempre il giorno del plenilunio o del novilunio, anzichè in ritardo, come su altre coste.

2. Nelle quadrature fra l' alta e la bassa marea o viceversa, scorrono talvolta 16 ore, talchè nel corso di 24 ore non si verifica che una marea; fenomeno che si appella *morto d' acqua.*

3. Il livello medio calcolato in base a quattro maree consecutive è massimo in autunno, minimo in primavera; massimo nelle forti declinazioni lunari, minimo al nodo.

4. Le più forti differenze fra alta e bassa marea hanno luogo dopo i solstizi, al contrario di quanto succede in altri mari.

5. All' estate l' alta marea mattutina nelle sizigie ritarda sulla vespertina; all' inverno succede il contrario; agli equinozi si osservano quasi alla stessa ora.

Inoltre le osservazioni fatte a Trieste dal 1859 in poi sotto la direzione del chiarissimo prof. Schaub ed interrotte dopo la morte di lui, nonchè quelle fatte a Pola ed a Lissa dimostrarono che le maree dell' A-

driatico sono indipendenti da quelle dell'Oceano, le quali si estinguono affatto 200 chilometri al di quà dello stretto di Gibilterra; la maggiore altezza è raggiunta dalla marea in fondo all'Adriatico, cioè nel golfo di Trieste e l'onda impiegherebbe, secondo le suddette osservazioni 5^h 20, per giungere da Lissa a Trieste, ove l'alta marea avverebbe 9^h 35' dopo il passaggio della luna al meridiano alle epoche delle sizigie.

Dissi che le osservazioni furono interrotte; da qualche tempo in quà furone di nuovo riprese, ma nessuna pubblicazione a stampa ha luogo in tale rapporto.

Lo stabilimento del porto di Venezia era 9^h 5', all'epoca in cui si determinò quello di Trieste; invece da quanto dedussi dalle osservazioni di quel mareografo, all'epoca delle sizigie l'alta marea ha luogo non meno di 10^h dopo il passaggio al meridiano e talvolta l'intervallo ascende a 12^h, come si vedrà in seguito; in media è di 11^h 2' e ciò differisce di poco dall'ora segnata dall' *Annuaire des Marèes de Côtes de France* (23^h 6'), con la sola differenza che nelle indicazioni di quest'ultimo s'aggiunge (non so a quale scopo) mezza giornata lunare. Converrebbe esaminare le osservazioni che si posseggono per sapere in quale epoca sia avvenuto il cambiamento ed a quali cause sia attribuibile. Potrebbe peraltro darsi che la differenza dipendesse da una erronea interpretazione delle osservazioni; giacchè da uno scritto del Toaldo rilevo che lo stabilimento di quel porto alla metà del secolo decorso era di 10^h 30'.

L'*annuario marittimo* compilato per cura dell'i. r. governo marittimo in Trieste continua a calcolare l'ora dell'alta marea sulla base di 9^h 35' percui le maree osservate sono in qualche ritardo su quelle calcolate.

Ora passo all'esposizione degli elementi generali della marea pel porto di Venezia basati sulla seguente legge speciale per l'Adriatico:

"La marea adriatica si forma alla latitudine di 38° a 39°, in causa delle oscillazioni impresse al suolo dall'attrazione luni-solare presso all'imbocco del mare Adriatico."

Questa parte flessibile della crosta terrestre che, secondo tutte le apparenze, ha sede negli arcipelaghi d'indole vulcanica della Sicilia e della Grecia, ha per centro assai probabilmente il monte Etna.

A tale supposizione mi trasse da bel principio la circostanza dell'insensibilità quasi assoluta delle maree nel Mediterraneo, mentre nell'Adriatico esse si rendono più sensibili quanto più s'avvicinano al fondo del golfo; la mia ipotesi si cangiò in certezza o poco meno, allorchè esaminando le ore dei singoli porti, scopersi che, supposta uniforme la velocità, il punto di partenza andava a porsi fra i gradi 38 e 39 di latitudine; conveniva osservare se anche le altezze delle maree, ossia le differenze fra due maree consecutive, corrispondessero a quella località; dopo un accurato e per molto tempo vano studio, una circostanza singolare ferì la mia attenzione, cioè che nei giorni in cui la luna passa per l'equa-

tore le *discese* dall'alta alla bassa marea sono fra loro pressochè eguali, mentre le *salite* hanno valori diversi; esaminando allora le epoche delle massime declinazioni, osservai che le discese stavano nel rapporto di 1 a 5, il che s'avvicinava assai al rapporto che esiste fra i quadrati dei seni delle altezze relative alle massime declinazioni alla latitudine indicata; facendo un calcolo più rigoroso esse si riferivano al parallelo 36°, ma l'ipotesi del movimento del suolo, nei pressi di S. Maura e dell'Etna, località soggette a fenomeni vulcanici, tanto m'allettava, malgrado il senso di terrore che desta, che adottai la latitudine di 38° 30′ nella continuazione dei calcoli.

Perchè obbediscono le sole discese alla teoria e non le salite? Ne investigai la causa e la trovai in una marea secondaria, già altre volte sospettata, la quale si riproduce ad intervalli d'una giornata lunare.

Per una fortunata combinazione questa marea accade quasi esattamente fra l'alta e la bassa marea nel porto di Venezia; in forza di tale circostanza tanto all'ora dell'alta marea, quanto a quella della bassa marea l'onda diurna si trova alla medesima altezza, perchè nel primo caso mancano e nel secondo sono scorse circa 3 ore dall'istante della massima altezza, cosicchè le discese non ne vengono sensibilmente turbate; al contrario durante le ascese la marea diurna monta o scende di 30 centimetri (nelle sizigie), cosicchè esse debbono necessariamente offrire una sconcordanza più o meno sensibile.

Trovata questa causa principale della irregolarità delle maree adriatiche, m'era facile procedere alla ricerca degli elementi prendendo per base le discese, poichè queste non erano soggette a sensibili alterazioni e preferii quelle delle sizigie, giacchè essendo desse le più sensibili, erano atte a fornirmi valori meno soggetti ad errori relativamente apprezzabili; i calcoli fatti su questa base mi ricondussero alla latitudine di 38° a 39°; trovai un'eccezione intorno al novilunio del 3 Luglio 1875 in cui la declinazione lunare era = + 28° e consisteva in ciò, che le discese *non eccedevano metri 1.15*, e si mantenevano quasi stazionarie per 5 giorni malgrado l'incremento dell'influenza lunare; mi mancano altri dati, per poter osservare se quel limite sia variabile, ma le osservazioni del novilunio d'aprile (in cui la massima discesa dovrebbe raggiungere m. 1.25) e di maggio (m. 1.49) mi porranno in grado di decidere la questione; peraltro non mi perito di manifestare un'opinione su questo caso, benchè isolato, ed è, che la flessibilità del terreno ha un limite, oltre cui esso non può sollevarsi, senza fendersi in qualche parte, il che forse talvolta accade, producendo il terremoto.

Nello stabilire gli elementi osservai che nelle epoche delle forti declinazioni lunari il livello medio del mare alle sizigie, calcolato su quattro maree consecutive, era, fatta la debita correzione barometrica, 18 centimetri più alto che ai nodi; considerando che nel primo caso le due alte

maree giornaliere sono fra loro assai differenti, mentre nel secondo sono uguali, mi venne il sospetto che ciò potesse dipendere da un' ineguaglianza fra la salita e la discesa, nè male m' apposi, giacchè riferendo le indicazioni ad un livello comune, i calcoli offrivano la più grande armonia ed in questo modo potei stabilire gli elementi che si riferiscono al livello normale, al rapporto fra le salite e le discese ed al valore approssimativo della marea diurna.

Gli elementi che sono per esporre, andranno peraltro soggetti ad ulteriori correzioni, perchè le osservazioni, su cui furono calcolati, non si estendono che a sei mesate e sono interrotte spesso nei giorni in cui maggiormente interesserebbero dati precisi; tuttavia supplii alle lacune non maggiori di 24 ore, mediante l'interpolazione di valori medi desunti dalle indicazioni del giorno precedente e seguente.

Il livello normale del mare Adriatico è di metri 1.03 sopra lo zero del mareografo di Venezia. Le variazioni accidentali di questo livello obbediscono alle fluttuazioni dell'atmosfera in ragione di 13 millimetri d'ascesa per ogni millimetro di discesa della colonna barometrica; non è da trascurarsi l'inerzia della massa acquosa, inerzia, in causa della quale una variazione repentina del barometro può produrre in fondo al nostro golfo il doppio dell'effetto calcolato e forse più; allo scopo d'avvicinarsi, quanto più possibile, alla vera altezza del mare, converrà prendere in considerazione oltre alla media altezza barometrica delle ultime 48 ore, il doppio effetto della variazione avvenuta nelle ultime 12 ore. Fatta questa correzione, ritengo non esser d'uopo prendere in *grande* considerazione il vento *locale*, giacchè qualunque esso fosse, potrà agitare la superficie del mare, ma sul livello di questo non potrà esercitare una pressione diversa da quella che esercita sul barometro. V'ha pure una variazione annua che mi sembra essere in relazione con quella dell'Oceano Atlantico; per constatare quest'opinione m'occorrerebbe un numero d'osservazioni assai maggiore di quelle ch'io ora posseggo.

L'unità della marea totale è di Metri 1.34, di cui 0,84 è il coefficente di salita e 0,50 quello di discesa rispetto al livello normale; le discese sono proporzionali alle salite che le precedono. Il movimento del suolo ha luogo secondo tutte le apparenze fra 38° e 39° di latitudine nord, ma questo punto non può venir fissato per ora esattamente ed occorrerebbe, come si vedrà in appresso, un altro genere d'osservazioni, per istabilirlo con precisione. Alla latitudine indicata il sole e la luna non passano mai allo zenith, percui il coefficente dell'effetto è *sempre* inferiore all' unità ed è precisamente uguale al quadrato del seno dell'altezza, ossia *2 log. sen A.* Quando la luna ed il sole si trovano alla di-

stanza angolare di 90° fra loro, cioè in quadratura, l'effetto è uguale a $5/_{12}$ dell'effetto totale alle sizigie, secondo le leggi generali delle maree; l'effetto varia pure a seconda della distanza del sole e della luna, in ragione del cubo.

La differenza fra il coefficente dell'ascesa e quello della discesa è dovuta a ciò che nella prima concorrono e l'innalzamento del suolo e l'inerzia del movimento da esso impresso all'acqua, mentre nella discesa opera la sola inerzia, senza la quale l'acqua si rimetterebbe semplicemente al livello normale.

Un'altra circostanza contribuì sinora a favorire l'idea dell'irregolarità delle maree adriatiche; essa consiste nella marea diurna, che si manifesta in senso longitudinale. Allorchè la luna passa al meridiano (sottaccio per semplicità d'espressione l'azione solare), l'attrazione ch'essa esercita sulle acque del Mediterraneo, è superiore d'assai a quella ch'esercita sul centro della terra, per cui le acque tendono ad allontanarsi da questo, cioè ad elevarsi, ma ciò non accade, perchè il Mediterraneo non potrebbe accogliere le acque a ciò necessarie che per lo stretto di Gibilterra, il quale non è tanto ampio da permettere che ciò avvenga in modo sensibile; conviene dunque che la marea trovi l'equilibrio nelle acque stesse del Mediterraneo, il che avviene infatti ed ecco in qual modo: Ammettiamo che la luna si trovi nel punto più boreale dell'eclittica, cioè a 23° circa; al momento del suo passaggio al meridiano superiore essa si troverà per noi all'altezza di 67° e per le coste più meridionali del Mediterraneo (Sirti maggiore ed entrata del canale di Suez) a 83°; la differenza d'attrazione esercitata fra questi punti estremi produrrà un divario nel livello del mare, rappresentato dalle seguenti cifre:

2 log. sen 67° = 9.93 = log. 0.85
2 „ „ 83° = 9.99 = „ 0.98

Differenza = 0.13 n, (rappresentando con n l'unità d'altezza di questa marea). Passando al meridiano inferiore, la luna si troverà per Trieste 21° sotto l'orizzonte e per le coste meridionali del Mediterraneo 37° sotto il medesimo, nel qual caso la differenza dei quadrati dei seni sarà = 0.23. L'influenza della luna essendo *sempre* più energica nella Sirti maggiore che non a Trieste, perchè colà il passaggio della luna a qualunque dei due meridiani ha luogo a minore distanza dallo zenith o dal nadir, ne consegue che all'istante del passaggio al meridiano (o qualche ora dopo, per l'accumularsi degli effetti), nel Mediterraneo si avrà un flusso indipendente dalla marea cagionata dal movimento del terreno, mentre quì avremo un riflusso corrispondente.

A prima vista si potrà ritenere che tale marea debba riprodursi 2 volte ogni 24ʰ 49′, ma ciò non avviene ed eccone le ragioni. All'istante

del passaggio al meridiano superiore (o qualche ora più tardi) avviene nella Sirti maggiore l'alta marea di 0.13 *n*; al tramonto l'attrazione della luna è nulla, ma l'acqua è in rapida discesa ed avendo toccato il suo livello normale, tende a scendere al disotto di questo nella misura stessa in cui l'aveva sorpassato; ma in questo frattempo il passaggio al meridiano inferiore tende a rialzarla, per cui diminuisce, paralizza o sorpassa l'effetto d'inerzia della marea precedente; nel nostro caso la seconda marea è = 0.23 *n*, ma l'effetto d'inerzia della prima essendo = 0.13 *n*, la marea risultante è = 0.10 *n* ed è positiva; procedendo di questo passo, si trova che dopo $12^h\ 24'$ la marea è = 0.10 *n*, ma è negativa, e si può stabilire la legge, che la marea risultante è uguale alla differenza delle maree semidiurne combinate, il che si comprenderà più facilmente dalla figura esposta nella tavola N. 3.

La marea risultante dalle due maree semidiurne, i cui effetti si contrappongono esattamente, giunge al suo massimo allorchè dovrebbe aver luogo la più forte delle due alte maree, ed al suo minimo all'ora della più debole. — Allorchè la declinazione lunare è nulla, è pure nulla la detta marea, che chiamerò *diurna*, per distinguerla dalla *semidiurna* che ha origine dal movimento del suolo. In conseguenza della marea diurna, si genera fra il settentrione del Mare Adriatico e le parti meridionali del Mediterraneo, un' altalena ondosa, che per la sua regolarità non cesserebbe d' un tratto, se anche cessasse l'azione luni-solare; per tal motivo i suoi movimenti non corrispondono alle posizioni astronomiche del giorno in cui avvengono, ma a quelle di 3 giorni prima e l'alta o la bassa marea succede da 2 a 3 ore dopo il passaggio al meridiano; di conseguenza raggiunge il suo massimo dopo il passaggio più vicino allo zenith od al nadir ed il minimo dopo quello più lontano da uno dei detti punti.

Dalle osservazioni del mareografo di Venezia, trovai che il massimo valore di questa marea è di 25 a 30 centimetri allorchè la luna ed il sole hanno una declinazione massima all'epoca delle sizigie (il che avviene dopo i solstizi). Allora la marea risultante è = 0.10 ossia equivale ad un decimo dell'effetto totale, il che s'accorda assai prossimamente con l'altezza razionale delle maree desunta dalle leggi dell'attrazione universale.

A nulla più di quanto ho accennato finora si estende l'effetto isolato dell'attrazione lunisolare sulla massa acquea in un mare chiuso e, come si vede, gli effetti sono assai più tardi di quelli del movimento del terreno. Non credo necessario d'estendermi maggiormente nell'argomento, per dimostrare che una sostanza solida obbedisce tosto a forze di qualsiasi genere e si rimette in equilibrio appena esse cessino, mentre una sostanza liquida non obbedisce che all'accumularsi degli effetti e non si mette in equilibrio che dopo un conveniente stato di riposo delle forze perturbatrici.

Debbo segnalare una lieve differenza che si rende viemmaggiormente

sensibile nei *morti d' acqua* ai quarti di luna; è noto che in tali *morti d'acqua*, che sono l'effetto della sovrapposizione delle maree semi-diurna e diurna, l'alta marea ha luogo in autunno intorno al mezzodì e la bassa intorno alla mezzanotte, ed in primavera accade il contrario, il che è facile a spiegarsi riflettendo che le declinazioni sono di segno contrario a parità delle altre posizioni astronomiche. Or bene: mentre in autunno la differenza fra le due maree accennate è di 40 a 50 centimetri, in primavera sale fino a 70 centimetri, il che darebbe indizio d'una marea diurna costante, ma di pochissima importanza (forse di 10 centimetri) dovuta probabilmente alla forza centrifuga, che pei moti combinati di rotazione e rivoluzione, essendo più forte all'equatore al mezzodì che alla mezzanotte, spingerebbe perciò le acque al mezzodì fuori dell'Adriatico, per ritirarle di nuovo alla mezzanotte.

Questa non è che una semplice ipotesi, per constatare la quale fanno d'uopo numerose osservazioni.

Lo stabilimento del porto di Venezia (e di tutti i porti dell'Adriatico) varia secondo il tempo che la luna rimane sopra o sotto l'orizzonte e l'esperienza fatta in base alle indicazioni mareografiche m'insegnò che l'anticipazione od il ritardo sullo stabilimento medio (11^h $2'$) è eguale alla metà dell'eccesso o della deficienza del rispettivo arco semi-diurno lunare riferito alla latitudine di 38^0 $30'$. Ciò riesce naturale, quando si prenda in considerazione che il flusso incomincia non appena la luna abbia varcata la linea dell'orizzonte. Benchè non abbia esteso i miei calcoli alle basse maree, suppongo che queste debbano stare in relazione allo stesso principio.

Alle sizigie le ore possono venir alterate di 15 a 30 minuti dalla marea diurna; allorchè questa all'istante dell'alta marea semi-diurna è in aumento, l'alta marea complessiva ritarda; allorchè scema, l'alta marea complessiva anticipa. Intorno alle quadrature la perturbazione diventa maggiore, perchè le maree semi-diurne sono di poca entità, mentre le maree diurne subiscono ancora l'influenza della luna pressochè triduana, onde ha origine il *morto d' acqua*.

Le basse maree hanno luogo press'a poco nelle ore intermedie.

Presa la media delle ore estreme testè accennate, lo stabilimento del porto di Venezia risulterebbe di 11^h $2'$, il che, come già dissi, s'accorda con le indicazioni dell'Annuario francese; secondo quest'annuario la marea si manifesta a Pirano 26 minuti prima che a Venezia; non vi trovo peraltro alcuna indicazione riguardo il nostro porto, dimodochè fra l'ora stabilita su osservazioni vecchie e l'ora che si dedurrebbe da quelle di Pirano e Venezia, non si sa a quale attenersi.

Dalle osservazioni fatte ad occhio in occasione di maree straordinarie, calcolo che l'alta marea a Trieste *anticipi* di circa 30 minuti su Venezia.

L'annuario marittimo che qui si pubblica, diede nel 1868 una tabella per le inegualità semimensuali, la quale ha per base le osservazioni dirette ed è perciò del tutto empirica. La maggiore inegualità può estendersi a 48 minuti, secondo le leggi dell'attrazione, allorchè la luna si trova a 60° di distanza angolare dal sole ed alla massima distanza dalla terra; alla minima distanza essa si riduce a 32 minuti; ogni altra differenza è da attribuirsi a circostanze locali.

Le indicazioni dell'annuario non corrispondono alle osservazioni verso le quadrature; perchè come già ho esposto, nei giorni delle quadrature non avvengono che due o talvolta una sola marea in tutto il giorno, in causa delle perturbazioni della marea *diurna;* eppure l'annuario marittimo annunzia le solite quattro maree, per tenersi ligio alle regole della vecchia teoria.

A completare gli elementi atti a calcolare le maree, mi resta ad aggiungere solamente che l'alta marea prodotta dal movimento del suolo non eccede mai 72 centimetri; e la bassa marea s'arresta a 43 c.; la somma è uguale al limite sovraccennato di m. 1.15.

Come dissi, i dati da me esposti si basano su una serie d'osservazioni breve ed interrotta; sarebbe desiderabile che le osservazioni venissero fatte su larga scala, non per le conseguenze materiali che le maree possono avere sulle nostre sponde, quanto per l'interesse scientifico che vi è collegato.

***

Questi erano i risultati dei miei calcoli la sera del 14 Marzo e benchè ancor lontani dalla desiderabile esattezza, la quale non è ottenibile che con osservazioni di gran lunga più numerose, furono l'incentivo delle altre scoperte accennate ognuna a suo luogo nel corso del trattato.

In un articolo che parla delle Sirti maggiore e minore (l'una delle quali è presentemente chiamata Golfo di Sidra, l'altra seno di Cabs), leggo che quest'ultima è notabile per la grande variazione delle sue maree a cagione dei venti di levante a cui è apertamente sottoposta; perchè ciò avvenisse, converrebbe che quei venti fossero periodici a seconda delle maree stesse; la mia ipotesi invece mi sembra sufficente a spiegare in qual modo le acque possano internarsi in quel golfo, il cui seno è rivolto al punto radiante. (V. Tavola N. 2).

Lo stabilimento del porto di Patrasso è di 6^h 54'; a prima vista potrà sembrare che ciò male si accordi con la mia teoria, perchè Patrasso, trovandosi vicino al punto radiante più assai della Sirti minore (il cui stabilimento è di 3^h 10') e delle bocche di Cattaro (3^h 45'), dovrebbe sentire l'urto della marea assai prima di queste due località; l'apparente sconcordanza sparisce, quando si rifletta che nei punti più vicini al movimento del suolo, il primo effetto è di necessità la bassa marea, perchè ivi è il suolo che si solleva e l'acqua necessariamente s'abbassa.

Fatta questa considerazione diventa un errore il calcolare lo stabilimento di quei punti in base all'alta marea, mentre converrebbe riferirlo alla bassa marea; in tal modo lo stabilimento del porto di Patrasso si ridurrebbe a 0^h $54'$, cifra che non ha bisogno di commenti.

È ovvio che in tali punti debba invertirsi la legge riguardo la relazione ch'esiste fra salite e discese; vale a dire, le *salite* debbono essere proporzionali alle *discese*, da cui son *precedute*.

Nel resto del Mediterraneo le maree sono quasi insignificanti; in aggiunta a quanto già dissi in proposito, accenno di volo al modo singolare in cui si manifestano le maree a Messina; benchè manchino dati precisi, si sa che sono molto irregolari ed assai più repentine che nell'Adriatico, vale a dire che i momenti della massima e minima altezza si possono valutare ad occhio senza errore apprezzabile, mentre a Trieste od a Venezia il più attento osservatore può ingannarsi di 15 minuti, senza l'aiuto di strumenti autoregistratori. Ne attribuisco la causa alla grande vicinanza del punto radiante, verso il quale tutte le acque convergono *contemporaneamente* nel momento della massima depressione del suolo, mentre ne divergono nella stessa guisa nel caso opposto. Probabilmente l'imponente vortice di Cariddi ha relazione col fenomeno delle maree, tanto più che il terremoto avvenuto in Sicilia ed in Calabria dopo il mezzodì del 5 febbraio 1783 ne scemò, a quanto si asserisce, la violenza.

Esiste presso Negroponte un vortice assai temuto dai naviganti ed un andirivieni periodico della corrente nell'Euripo. Sarebbe anche questo un effetto del movimento del suolo?

Su questi ed altri fenomeni parlerò diffusamente in seguito, per dimostrare l'intimo rapporto ch'essi hanno col fenomeno delle maree, secondo la teoria esposta.

PARTE TERZA

§ 1.

Sui terremoti.

Nel concepire l'idea del movimento semi-diurno del suolo, non è possibile che l'animo nostro non si senta invaso da un senso di terrore, sospettando un'intima relazione fra il piacevole fenomeno delle maree e quello tremendo del terremoto.

Ho detto poc'anzi che il movimento del suolo s'arresta repentinamente, allorchè l'effetto corrispondente della marea dovrebbe superare 72 centimetri (ossia 115 per la discesa totale); ma l'influenza della luna continua ciononpertanto e quando per effetto dell'altalena semi-diurna, a cui essa ci costringe, nostro malgrado, qualche parte della crosta terrestre non ha la coesione che si richiede per resistere allo sforzo cui è sottoposta, avviene una rottura, che produce il terremoto nei luoghi a questa circostanti.

Dalle osservazioni fatte sinora su questo terribile fenomeno, che non cesserà dal torturare il genere umano finchè continueranno a prodursi le maree, si dedusse ch'esso è più frequente alle sizigie che alle quadrature; più al perigeo che all'apogeo; più nelle ore presso il passaggio al meridiano che in altre; al che io aggiungo, pei terremoti *delle nostre regioni*, più frequente ai lunistizi che ai nodi. Inoltre si osservò che i terremoti sono più frequenti colle basse pressioni barometriche, intorno al perigeo e fra le 2 e le 3 antimeridiane. Nonchè la contrastata influenza

della pressione atmosferica, anche le altre circostanze concordano sorprendentemente con quelle che influiscono sulle maree, non esclusa del tutto l'ultima, riguardo l'ora del giorno, la quale può attribuirsi alla differenza di forza centrifuga fra giorno e notte, nonchè ad effetti puramente termici.

Il movimento del suolo che ci si palesa nel fenomeno delle maree, è forse assai più grande di quanto le maree ci diano a supporre, giacchè queste non ci indicano che la differenza di livello producentesi fra il punto radiante ed i luoghi circostanti ed anche tale differenza viene in parte diminuita dalla resistenza che il fondo del mare oppone al progresso delle acque e dal cessare della causa, prima che l'effetto sia intieramente scontato. Se il movimento si limitasse ad una plaga del diametro di 50 o 100 chilometri, l'onda procederebbe tranquillamente oltre a questa zona ed andrebbe scemando d'intensità; invece le curve grafiche delle nostre maree, se pure non terminano in punta come quelle di Messina, offrono indizio d'una certa vigoria, ancora nell'ultima ora del flusso, donde si può giudicare che l'onda, giunta a Trieste, non si trova ancora all'imo della sua corsa, percui credo poter concludere che il movimento del terreno si estende forse al di là delle Alpi.

Ciò premesso, m'accingo ad esaminare le circostanze dei terremoti che più facilmente mi ricorrono alla memoria o mi vengono sott'occhio con la scorta dell'Annuario scientifico ed industriale di Milano, pubblicazione che onora altamente e la città in cui vede la luce e la nazione.

Incomincio dal più recente, che avvenne la notte dal 24 al 25 febbraio a Ragusa. Due forti scosse si seguirono a breve distanza, cioè dalle 11.47 alle 11.50 pom.; una terza più debole fu avvertita ad $1^h\,6'$ ant. La luna passava in quella notte al meridiano inferiore ad ore 0.5 ant. con una declinazione australe di 13°; vale a dire, al momento del terremoto essa esercitava quasi la massima influenza; v'ha di più, il terremoto era diretto da N. E. a S. O. cioè verso l'isola di Sicilia. Alla sera del 24 era stata avvertita una scossa a Neunkirchen, come pure a Gigelli (presso Costantina). Ad Antibo il fenomeno stesso fu avvertito nella notte precedente.

Nel 1875 il terremoto più importante fu quello del 18 Marzo, avvertito in gran parte d'Italia. Il primo movimento si manifestò alle 12.51 ant. ed *i primi centri di scuotimento alla superficie* (dice l'Annuario) *occuparono una linea diretta da Camerino verso Nord-Ovest*; dunque proveniva dalla Sicilia. La luna passava in quella notte al meridiano superiore alle $9^h\,10'$ ed aveva una declinazione boreale di 23°. Il terremoto avvenne dunque 3 o 4 ore dopo, ma fin dalle 11 pom. il declinometro dell'Osservatorio di Moncalieri era agitatissimo in senso verticale e l'agitazione continuò fin dopo la mezzanotte, cioè fino quasi all'istante del terremoto.

Nel 1874 l'Annuario non registra terremoti; nel 1873 invece dà

la descrizione di due terremoti, uno dei quali, specialmente nella regione veneta, è bene ricordato da tutti; intendo parlare di quello di Belluno avvenuto alle 5 del mattino del 29 Giugno. I particolari che si hanno su questo terremoto, stante l' attenzione che attirò per la sua violenza, confermano splendidamente la mia ipotesi. *Il movimento si propagò da S. S. E. a N. N. O.* Una linea tirata da Belluno in tal direzione va a tagliare l' isola di Sicilia nei pressi dell' Etna.

Il terreno si squarciò in molti punti e quasi sempre in direzione normale alla direzione del movimento. Nella piazza del Campitello a Belluno (sono parole dell' annuario) *si produsse dalle scosse del 29 Giugno una fessura lunga 60 metri e larga da 15 a 20 centimetri, che i successivi commovimenti* (o la scemata attrazione lunare?) *fecero in poco più d' un' ora scomparire ed infatti nel 13 luglio a mala pena scorgevasene la traccia;* e più oltre: *un' enorme fessura apparve attraverso tutto lo spessore del monte Fenerola dipendenza del monte Messèr al NNE. d' Irrighe, il quale per la valle di Funes resta diviso dal monte Teveron. La spaccatura si estendeva dalla base visibile del monte fino alla cima, cioè per un' altezza di circa 800 metri con una larghezza alla base di 30 centimetri. Essa era diretta da OSO. a ENE.* Esaminando una carta topografica di quella località, m' avvidi bentosto che la fenditura di piazza Campitello era in retta linea con quella del Fenerola e che la perpendicolare di questa linea correva diritta alla Sicilia. Il modo in cui si manifestò la spaccatura dà sicurissimo indizio esser dessa l' effetto d' uno sforzo fatto nel senso del movimento terrestre da me supposto. La luna passava in quella notte al meridiano inferiore fra le 3 e le 4 e la sua declinazione era australe, cosicchè a quell' ora esercitava la massima influenza; il terremoto avvenne un' ora dopo.

L' altro terremoto del 1873, forte esso pure, ma dimenticato dopo quello di Belluno, accadde la sera del 12 marzo alle nove. La scossa iniziale aveva nell' Apennino centrale la direzione SE.—NO.

Nel 1872, l' unico terremoto di cui s' indichi la direzione, è quello avvertito a Firenze la sera dell' 8 gennaio alle 10.15; procedeva da Sud a Nord.

Nei primi tre mesi del 1866 avvennero parecchi terremoti in Grecia in direzione E—O.

A tutti questi dati, debbo aggiungerne ancor uno della più grande importanza, ed è che i terremoti in generale (sempre inteso in Italia) arrecano i maggiori danni o si rendono i più sensibili lungo le montagne il cui asse è rivolto verso la Sicilia, cioè nei punti in cui le montagne offrono la maggior resistenza all' elasticità del suolo. Infatti è incontrastabile che il tratto degli Apennini fra il sasso di Simone (presso S. Marino) ed il lago Fucino è il più bersagliato; ne fanno fede i terremoti di Norcia.

Nell' annuario scientifico del 1874 a pag. 372 si parla dei movimenti minimi o microscopici del suolo, alla cui osservazione si dedica il prof. De Rossi; sono ansioso di conoscerne i risultati, bramoso che questi vengano in appoggio alla mia ipotesi.

Dovrei ora trattare dei vulcani, i quali anzichè una causa, potrebbero essere una pura conseguenza dei movimenti del terreno; ma non essendo in grado di trattare questo soggetto con sufficienti cognizioni, debbo arrestarmi, lasciando a persone più competenti la cura di continuare l' opera da me incominciata, semprechè questa venga da esse reputata degna d'attenzione.

Dalle descrizioni dei celebri terremoti di Lisbona (1 novembre 1755) e di Sicilia (febbraio e marzo 1783) si apprende che dopo il primo si manifestò un fortissimo vento di tramontana ed una marca di colossali proporzioni; nelle Antille ove la marea è normalmente di 75 centimetri, a quanto narra il Cantù, salì a 7 metri; il secondo fu pure accompagnato da straordinarie maree e da strani sconvolgimenti atmosferici, ed il Botta ne fa una dettagliata descrizione nella sua storia d' Italia.

Il terremoto che scosse Belluno nel 1348 e fu assai più forte di quello del 1873, venne seguito da una tal bassa marea, che i canali di Venezia rimasero all'asciutto per due ore di seguito. Nè questi sono gli unici, nè i più recenti casi di maree straordinarie osservate contemporaneamente ai terremoti; li accenno di preferenza, semplicemente perchè mi giungono sott' occhio.

Nell' osservare la larghezza della fessura del monte Fenerola avvenuta nel 1873, molti si sentiranno forse tentati a dedurne l'ampiezza dell' oscillazione del suolo; la soluzione che ne risulta sale ad una cifra tanto enorme, da doverla rigettare assolutamente, attribuendola invece a molteplici altre cause dipendenti in gran parte dalla conformazione geologica del suolo.

Un altro fenomeno di cui è ancora contrastata l'esistenza, si è il progrediente cangiamento di livello del mare Adriatico; ammessa l' oscillazione semi-diurna del suolo, non è infondato il supporre che ciò possa produrre una lenta, ma continua alterazione delle coste e presso Trieste ne abbiamo una prova abbastanza evidente nel progressivo avanzamento d'un colle presso Contovello verso il mare.

Non è questo l'unico caso d'un colle che si muova; tal fenomeno è assai probabilmente da attribuirsi ad un *microscopico* movimento diurno cagionato dalle regolari oscillazioni che la luna imprime alla crosta terrestre.

§ 2.

Su altri fenomeni che probabilmente hanno relazione con le maree.

Nel capitolo precedente accennai di volo agli sconvolgimenti atmosferici, ch'ebbero luogo dopo due celebri terremoti. Ciò proverebbe indirettamente essere in qualche modo fondata la relazione fra i terremoti e la depressione barometrica e suggerirebbe l'ipotesi seguente: Se per l'attrazione lunare il suolo su cui noi abitiamo è innalzato ad un livello superiore a quello che aveva sei ore prima rispetto alle regioni circostanti, è possibile, anzi probabile che ciò produca uno spostamento d'aria. Non occorre che ciò avvenga immediatamente; anzi conviene supporre che un corpo gazoso, come l'aria, non obbedisca che all'accumularsi delle cause ed al successivo accrescersi delle medesime dalla quadratura alla sizigia, dall'apogeo al perigeo, dal nodo al lunistizio. Ciò spiegherebbe il motivo pel quale la depressione barometrica si fa sentire talvolta otto giorni prima del terremoto, mentre dopo il fenomeno il mercurio risale, e spiegherebbe del pari il fenomeno di forti venti superiori che si manifestano talvolta nella direzione delle scosse.

Quantunque le opinioni del volgo siano bene spesso prive di fondamento, perchè traggono origine dalle più casuali coincidenze, talvolta possono pure contenere qualche verità dovuta alla costante riproduzione d'un fenomeno in date circostanze.

Le maree erano conosciute ai nostri lidi in epoche assai remote; il volgo conosceva benissimo la relazione esistente fra esse ed i moti lunari e ne fa fede una memoria in vernacolo stampata secoli addietro a Venezia.

Pure l'importanza che la scienza vi diede fu sì poca, che un periodico inglese volle poco tempo fa arrogare alla propria nazione il merito della scoperta delle maree a Malta, senonchè la *Rivista marittima* gli diede una laconica, ma eloquentissima risposta.

In conseguenza di ciò non mi sembra impossibile che qualche opinione volgare, in oggi poco stimata, venga un giorno confermata.

Osservai di spesso che all'istante dell'alta o della bassa marea, il vento dominante subisce variazioni che stanno in relazione col movimento delle acque. Ne deriva che in giorni di calma durante il flusso predomina scirocco e durante il riflusso greco o maestro; avuto riguardo allo stabilimento del porto, il riflusso incomincia quì 3 ore dopo il levare della luna ed in tal caso se il cielo è nebbioso od annuvolato (purchè non si tratti di nubi temporalesche), il vento *secco* di greco che sopraggiunge lo rasserena; donde probabilmente trae origine il nostro detto volgare: *che la luna rompe le nubi.*

L'influenza lunare sui fenomeni meteorologici è pure stata reputata un'opinione volgare e soltanto da poco tempo in quà le viene attribuita qualche importanza, non mai però secondo l'interpretazione volgare. Non posseggo esatte osservazioni per trattare questo argomento; soltanto mi sembra che il tempo sia in generale più burrascoso nelle epoche in cui l'attrazione della luna e del sole s'avvicina al maximum. Non mi sembra del tutto inopportuno il ricordare l'uragano straordinario di Milano del 13 Giugno 1874 avvenuto qualche ora dopo il passaggio della luna al meridiano, osservando che il domani nel mattino avveniva il novilunio e che la luna si trovava in quel giorno a 26° di declinazione boreale ed aveva una parallasse di 59′ 20″, circostanze in cui l'influenza lunisolare al momento del passaggio al meridiano superiore ha quasi il massimo possibile effetto.

Dissi in un precedente capitolo che l'influenza dei venti sulle maree è in relazione con l'altezza barometrica; in tale rapporto l'annuario marittimo del 1868 si esprime come segue: „In causa della posizione „geografica del mare Adriatico e dei venti in esso dominanti, avviene „spesso il caso che il vento e la pressione dell'aria concorrono a produrre „anomalie; così p. e. con vento da scirocco, durante il quale il barometro „è sempre basso, le maree vengono antecipate e s'innalza lo stato delle „acque, mentre con vento di Bora e di Maistro, che sono ordinariamente „accompagnate da uno stato elevato del barometro, le maree sono in „ritardo e le acque sono meno alte. L'esperienza fece conoscere che queste „cause possono accelerare o ritardare l'alta o la bassa marea persino „di *due ore.*“

Indicai a suo luogo il motivo pel quale v'ha una differenza di circa due ore fra le maree *a seconda della declinazione lunare*; ora mi sia lecito fare una piccola riflessione sull'effetto reale che può produrre isolatamente un abbassamento straordinario del barometro.

Ammettiamo che la pressione atmosferica diminuisca (caso rarissimo) di 12 millimetri in 12 ore; in questo frattempo il livello normale d'un mare aperto monterebbe di 16 centimetri; per l'Adriatico, ove le acque s'ingolfano, triplico l'effetto ed ho 48 centimetri, cioè 4 centimetri

all'ora; ma le maree delle sizigie diminuiscono in condizioni normali d'una quantità maggiore di 4 centimetri in un'ora, come si può giudicare ad occhio, anche senza l'aiuto di strumenti autoregistratori, cosicchè l'anticipazione od il ritardo non può superare in *nessun* modo un'ora. Ne sia prova la marea straordinaria del 14 Ottobre 1875, che in seguito ad un abbassamento barometrico di ben 7 millimetri in 9 ore, toccò a Venezia M. 2.44 alle 10.30 antimeridiane, mentre il mio metodo darebbe:

Stabilimento approssimativo del porto .		$11^h\ 2'$
Passaggio al meridiano 13 Ottobre . .		$10^h\ 56'$ pom.
Alta marea in termine medio		$9^h\ 58'$ ant.
Correzione semi-mensuale	+	$0^h\ 14'$
Arco semi-diurno $6^h\ 10'$, semi-eccesso	—	$0^h\ 5'$
Vero istante dell'alta marea 14 Ottobre		$10^h\ 7'$ ant.

vale a dire una differenza di 23 minuti; è da notarsi che non vi è tenuto conto dell'ineguaglianza prodotta dalla marea diurna (15') e che le condizioni meteorologiche, ben mi ricordo, non avrebbero potuto essere peggiori.

Da quanto esposto si osserva che i venti non sono la causa più importante delle irregolarità delle maree adriatiche e che in molti casi, anzichè la causa, possono esserne la conseguenza.

Non intendo provare che le vicende atmosferiche dipendano in modo assoluto dall'attrazione solare e lunare; per asserire ciò converrebbe negare ogni influenza alla luce ed al calore del sole, cosa inammissibile; ma è fuor di dubbio che l'innalzamento semi-diurno d'una regione, di un paese intero, non può non produrre uno spostamento d'aria, tale da mantenere in continua agitazione l'atmosfera e da rappresentare perciò una gran parte nelle vicende di questa.

È del pari possibile che il movimento del suolo abbia un'influenza sulle sorgenti, poichè si osservò che dopo il terremoto di Belluno, qualche sorgente di quelle vicinanze (se ben mi ricordo la „Vena d'oro") subì notevoli cangiamenti. Converrebbe fare attente osservazioni sulla periodicità d'alcune sorgenti, allo scopo di vedere quale dipendenza esse possano avere dal fenomeno che forma la teoria del presente opuscolo.

Converrebbe estendere le osservazioni al corso dei fiumi che, come l'Isonzo od il Tevere, corrono in direzione del radiante, per dedurre da esse se la velocità, in condizioni ordinarie, sia soggetta a variazioni secondo l'ora lunare.

V'hanno altri fenomeni strani, benchè sembrino di poca importanza, i quali possono aver relazione col movimento del suolo; tali sarebbero l'apertura spontanea d'un pozzo artesiano avvenuta anni sono a Venezia e l'eruzione di acqua verificatasi sull'altipiano del Carso nel 1844.

Del resto mi sembra superflua ogni raccomandazione, giacchè se l'opinione da me esposta sarà trovata degna di considerazione da parte degli illustri osservatori che conta l'Italia, questi non esiteranno certo un istante solo ad introdurre nelle osservazioni le riforme che reputeranno viemmeglio atte a renderci conto dei fenomeni della natura, di cui bene spesso siamo resi repentinamente spettatori. Produrrà meraviglia ch' io non abbia fatto il minimo cenno del Vesuvio; ciò è da attribuirsi alla metamorfosi che subirono le mie ricerche; nel calcolare le maree adriatiche, tutta la mia attenzione venne attratta dall' Etna e da tutta quella irrequieta regione che si stende da Marsala à Smirne; avendo trovato in ciò piena spiegazione degli effetti osservati, non mi soffermai più a lungo nel Mediterraneo ed estesi le mie investigazioni a regioni più lontane, come apparisce dalla prima parte di questo breve trattato.

FINE

TABELLA

dello Stabilimento di molti Porti, compilata sulle basi dell'*Annuaire des marées des côtes de France* e dell'*Annuaire du Bureau des Longitudes* e su altri dati isolati; e distribuita di conformità alla teoria esposta nel testo.

MAREA DELLE ANTILLE

Località	Ore	Osservazioni
AFRICA		
Isola del Nord (presso Sherboro)	5h 56'	Sotto la parziale influenza della marea *oceanica*.
Capo della Sierra Leone	7 46	
Riviera di Ponga	7 24	
" " Nunez	10 —	
Gambia	8 —	
Isola Factory	*6 55	Le ore segnate con asterisco si riferiscono generalmente ad isole e sono perciò in anticipazione rispetto alle coste vicine, a misura della rispettiva distanza dal punto radiante.
" Gorea	*7 46	
Capo Verde	7 40	
Isola Santiago	*6 —	
" S. Nicolao	*7 —	
Senegal	(5 12)	Le ore tra parentesi si riferiscono a località non esposte al mare aperto, per cui non sono atte a dar norma esatta.
Capo Bianco	10 40	
Riviera d'Ouro	12 —	
Capo Bojador	12 14	
Mogador	13 20	
Isola Madera (Funchal)	*13 —	
" Fayal (Azzorre)	*12 —	
Ceuta (nel Mediterraneo)	(2 19)	Il salto di circa 12 ore corrisponde a mezza giornata lunare.

EUROPA

Costa occidentale iberica.

Algesiras (Mediterraneo)	(2^h 3′)
Cadice	1 26
Porto della Caraca	1 38
Pera-Algarve	1 56
Baia di Lagos	2 26
Sines	2 21
Cascaes (Tago)	1 46
Paço d'Arcos	2 16
Lisbona (arsenale)	(2 46)
Peniche	2 26
Oporto	2 46
Camarinas	2 46

Costa iberica settentrionale.

Ferrol	2 56
Santander	3 46
Bilbao	3 16
San Sebastiano	3 26

Costa francese occidentale.

Località	Ore	Altezze	Osservazioni
Boucaut (Adour)	3^h 53′	M. 1.40	Le stazioni francesi che servono di base al calcolo delle maree per le località vicine, sono tutte situate sulla spiaggia aperta. Ottimo sistema, che dovrebbe venire adottato ovunque.
Cordouan (Gironda)	3 53	„ 2.35	
La Rochelle	3 31	„ 2.67	
S. Nazaire (Loira)	3 47	„ 2.68	
Le Croisic	3 42	„ 2.50	
Port Louis (Lorient)	3 24	„ 2.35	
Lorient	3 32	„ 2.24	Fino a Brest la marea è semiriflessa.
Audierne	3 31	„ 2.—	
Brest	3 46	„ 3.21	

Costa francese settentrionale.

Morlaix	5 15	„ ?	
S. Malò	6 10	„ 5.68	Massime maree d'Europa, dovute alla strettezza del passo di Calais ed alla forma della rada in cui si manifestano.
Jersey (isola)	6 25	„ ?	
Guernesey (isola)	6 28	„ ?	
Granville	6 23	„ 6.15	
Cherbourg	7 58	„ 2.82	
Barfleur	8 55	„ 2.82	
La Hougue	8 48	„ 3.04	
Port en Bessin	9 8	„ 3.20	
Entrée de l'Orne	9 8	„ 3.65	

Honfleur	9h 30′	M.	?	Anni addietro lo stabilimento del porto di Hâvre era 9/h 53′. Gioverebbe conoscere l'epoca in cui è avvenuto il cangiamento.
Le Hâvre de Grace	9 18	„	3.57	
Fécamp	10 44	„	3.86	
Dieppe	11 8	„	4.40	
Cayeux (Somme)	11 13	„	4.58	
Boulogne	11 26	„	3.96	
Calais	11 49	„	3.12	
Dunkerque	12 13	„	2.68	

MARE DEL NORD

Coste del continente.

Nieuport	12h 25′
Ostenda	12 35
Blankenberg	12 55
Sluis (chiusa)	(13 26)
Westkappel	13 15
Flessingen	13 15
Anversa	(16 40)
Bergen op Zoom	(15 40)
Brouwershaven	14 20
Goederede	14 35
Noerdick.	(17 35)
Hellevoetsluis	15 30
Delflandshoofden . . .	14 15
Brielle (Mosa)	15 10
Rotterdam	(15 50)
Katwyk	14 50
Kykduyn	19 7
Nieuwediep	19 35
Amsterdam	(27 25)
Isola Texel	21 15
„ Ter Schelling . .	20 55
„ Ameland. . . .	22 25
„ Rottum	23 15
Groningen	23 45
Delfzyl (Ems)	24 25
Eckwarden . . . . . . (col salto d'una giornata lunare)	0 50
Vegesack	(4 10)
Helgoland (isola) . . .	*0 —
Cuxhaven	0h 50′
Amburgo	(5 —)
Norderpiep	0 40
Meldorf	1 10
Tonningen	1 30
Pelworm	1 30
Voltervick	1 —
Ording	0 30
Isola Amrum	1 10
Westerland (Is. Sylt) .	0 30
List „ .	1 40
Wick	1 40
Dagabül	1 40
Bongsiel	1 30
Sudwesthorn	2 5
Sonderhoe	2 30
Nordby	3 15
Bloavands Huk	2 —
Nyminde Gab	2 50
Torskminde	3 45
Agger	4 20
Hirtschals	4 40
Skagen	6 8

Sulla costa Sud Est di Norvegia.

Lindesnaes	3 8
Christiansand	4 30
Oxsoe	4 20

Arendal	4^h	30'
Oester Risoër	4	20
Jomfruhland	5	—
Frederiksvaeren . . .	4	50
Langesund	4	50
Taloërn	(5	7)
Frederikstadt	5	18
Swelwingen	(5	36)
Cristiania	(6	5)

ISOLE BRITANNICHE.

Costa inglese meridionale.

S. Maria (Isola Scilly) .	4	25
Pensance	4	28
Geestendorf	(1	15)
Mount's Bay (capo Lizard)	4	46
Falmouth	4	55
Fowey . :	5	12
East Looe	5	24
Is. Eddystone	*5	17
Cawsand-Bay	5	22
Diga di Plymouth . .	(5	35)
Devonport	(5	41)
Dartmouth	(6	14)
Torbay . . . . : . .	5	58
Exmouth	6	19
Lyme Regis.	6	19
Portland Bill	*5	33
Weymouth	6	36
Poole	9	11
Christchurh	9	1
Lymington	(10	16)
Needlespoint (Is. Wyght)	9	47
Hurst Camber	10	1
Cowes (Wyght) . . .	(10	46)
Southampton	(10	31)
Portsmouth	(11	42)
Bembridge Point . . .	11	1
Selsea Bill	11	46
Littlehampton	11	37
New Shoreham. . . .	11	35
Brighton	11	38
Newhaven	11	52
Rotingdean to Cuckmere	11^h	31'
Beachy Head	11	21
Hastings	10	54
Rye Bay	11	21
Dungeness	10	45
Folkstone	11	8
Dover.	11	13
Deal	11	16
Nord Foreland	11	46
Margate	12	26
Sheerness (arsenale) . .	(13	6)
Gravesend	(13	56)
Londra	(14	29)

Coste occidentali inglesi e scozzesi.

S. Maria (Is. Scilly) . .	4	25	
Landsend.	4	30	
S. Ives	4	30	
Padstow	5	22	
Is. Lundy	*5	16	
Barnstaple	5	30	
Ilfracombe	5	49	
Bridgewater	(6	46)	
Is. Flatholm	(6	36)	
King Road	(6	46)	
Bristol (Avon)	(7	12)	
Swansea	5	36	
Pembrocke (arsenale) .	(6	4)	
Milfort Haven	5	46	
Newport di Galles . .	6	46	
Cardigan	7	—	
Aberystwyth	7	30	
Aberdovey	7	30	
Barmouth	7	56	
Is. Bardsey	8	—	
Caernarvon . . .	9^h	20'	Marea riflessa, girante al Sud dell'Irlanda.
Bangor	10	26	
Is. Holyhead . .	10	27	
Beaumaris . . .	10	26	
Parkgate	10	56	
Liverpool	11	22	
Wyre	11	29	
Douglas (Man) . .	11	18	

Luogo	Ora	Note
Mull of Galloway	$11^h\ 16'$	Marea riflessa, girante al Nord dell' Irlanda.
Port Patrick	11 1	
Greenock	(12 6)	
Isola Arran	11 16	
Port Glasgow	(12 16)	
Mull of Cantire	9 1	
Stromness (Orcadi)	$9^h\ 26'$	

Coste irlandesi occidentali.

Luogo	Ora
Blackball Harbour	$3^h\ 40'$
Castletown, Bearhaven	4 14
Bantry Harbour	3 47
West Cove (Kenmare)	3 52
Valentia Harbour	3 42
Dingle	3 37
Tralee	3 46
Shannon	3 45
Limerick	(6 6)
Costa di Clare	(4 51)
Baja di Galway	4 50
Capo Sline	4 58
Is. Inishbofin	5 9
Newport (Clew Cay)	(6 1)
Achillbeg	5 26
Baja di Blacksod	5 36
„ „ Killala	5 31
„ „ Sligo	5 31
Ballyshannon Bar	5 31
Baja Donegal	5 36
Telling Head	5 40
Is. Torry	5 22
Malin Head	5 56

Coste irlandesi orientali.

Luogo	Ora	Note
Dunmanus	3 53	
Crookhaven	4 9	
Skull	4 2	
Baltimore	4 23	
Cap Clear	4 —	
Castletownsend	4 21	
Courtsmacsherry	4 36	
Kinsale	4 43	
Cork (quai Penrose)	4 46	
Youghal	$5^h\ 4'$	
Dungarvan	(4 31)	
Waterford (porto)	5 16	
Isola Saltees	5 41	
Wexford (porto)	$7^h\ 31'$	Marea riflessa dal Sud
Arklow	8 46	
Wicklow	10 26	
Kingstown	11 11	
Howth (porto)	11 2	
Dublino	(11 36)	
Dundalk	11 12	
Lough Carlingford	11 16	
Loug Strangford	10 26	Marea riflessa dal Nord
Donaghadee	11 11	
Belfast	10 46	
Larne	10 31	
Is. Rathlin	8 26	
Londonderry	(8 6)	
Port Rush e Ballintrae	6 29	

Coste orientali anglo-scozzesi.

Marea riflessa.

Luogo	Ora
Stromness (Orcadi)	$9^h\ 26'$
Duncansby Head	8 33
Baia Sinclair	9 18
Cromarty	12 3
Elgin	12 22
Banff	(12 59)
Fraserburgh	12 13
Peterhead	13 3
Aberdeen	13 28
Stonehaven	13 38
Montrose	13 53
Broughty Ferry	(14 43)
Dundee	(14 33)
Newhaven	(14 36)
Tay Bar	13 58
S. Andrews	14 18
Leith (sbocco)	14 34
Dunbar	14 38
Berwick upon Tweed	14 33
Eymouth	14 35

Località	Ora	Località	Ora
Is. Holy	14h 55′	Capo Spurn	17h 35′
„ Coquet	15 5	Hull	(18 15)
Tynemouth	15 5	Boston	(14 35)
Newcastle	(16 20)	Wells	18 15
Sunderland	15 25	Cromer	18 46
Hartlepool	15 45	Yarmouth	21 5
Whitby	15 45	Lowestoft	21 24
Scarborough	16 30	Southwold	21 58
Capo Flamborough	16 15	Orfordness	23 5
Bridlington	16 50	Harwick	23 25

Coste occidentali della penisola scandinava.

Località	Ora	
Lindesnaes	15h 21′	Località estrema settentrionale esposta alla marea che passa la Manica.
Tananger	9 48	Marea riflessa girante a Nord delle isole britanniche va gradatamente ricostituendosi in marea diretta, a misura che s'avvicina al vortice di Malström.
Stavanger	10 20	
Skudesnaes	10 23	
Kumlesand	10 13	
Bergen	10 49	
Runde	11 —	
Christiansund	11 10	
Drontheim	(14 33)	

Marea diretta:

Località	Ora
Isole Voeroe	12 58
Andaesnes (Lofoden)	13 13
Tromsoe	14 3

Coste settentrionali.

Località	Ora
Hammersfest	14 49
Bossekop	14 24
Bell Sound (Spitzberg)	*12 51
Is. Wadsö	18 23
Baja Paz	18 33
„ Pecenga	19 9
„ Motowskaja	19 23
Porto Caterina	19 3
Baja di Cola	19 28
Is. Kildiss	20 —
Le sette isole	20 33
Baja Ducrovaja	20 53
„ Jokanka	21 23

Capo Gorodezky	22ʰ 8′	(Col salto di mezza giornata lunare) La marea si espande in tutto il mar Bianco, entro 12 ore dopo il suo passaggio pei Capi Gorodezky e Kanin situati all'imbocco del medesimo.
Capo Kanin	10 51	
Isola Kolguew (sud)	14 23	
Pecianka	13 3	
Banco Gulajew (Peciora)	(15 13)	
Isola Varendey	17 9	
„ Dolgoi	16 43	
„ Waigatz (sud)*	18 30	* (Donde procede fino alla Nuova Zembla, per estinguersi completamente sulle coste della Siberia)

AMERICA SETTENTRIONALE

Mare delle Antille

La Trinità	4ʰ 26′
S. Lucia	6 40
Porto Rico (S. Giovanni).	8 16
Capo Haiti	6 —
Is. Thompson	10 23

Oceano Atlantico

Le Bermude	7 14
S. Agostino	8 34
Savannah	8 39
Charlestown	7 50
Capo Fear	7 44
„ Hatteras	6 13
Gosport	9 30
Delaware Breakwater	8ʰ 5′
Sandy Hook	8 5
Old Point Comfort	8 57
New York	9 —
Newport	8 10
Warren	8 35
Gardiner's Bay	10 25
Nautucket	13 —
Cap Cod	12 —
Province Town	12 —
Boston	11 40
Glouchester	12 29
Portsmouth	12 —
Portland	11 40
Ile Mount Desert	11 40
Portmaine	11 43
S. Pietro e Miquelon	8 35

La rapida variazione di meridiano a cui è soggetta l'America settentrionale sulla costa orientale, in causa della sua configurazione, renderebbe più consigliabile che mai la riduzione delle ore dei porti ad un meridiano comune; operando tale riduzione ad occhio, è facile avvedersi che le ore esposte tendono ad avvicinarsi viemmaggiormente l'una all'altra; la cosa non potrebbe procedere diversamente perchè la marea delle Antille va a battere quasi ad angolo retto su quelle coste le quali sono pressochè equidistanti dal punto radiante.

Le differenze più sensibili sono dunque da attribuirsi, anzichè all'effettiva differenza delle distanze dal punto radiante, alle alterazioni, che le diverse profondità del mare apportano alla rispettiva velocità della marea.

MAREA DELLE FILIPPINE

ASIA

Coste orientali.

Sbocco del Cambodge	12^h 16'
Macao	9 44
Isole Lieu Chieu	6 10
Isole Bonin	6^h 24'
Porto Lloyd	7 15
S. Pietro e Paolo	3 30
Is. Karaguinsky	3 50
Baja S. Croce	9 58
„ S. Lorenzo	6 50

AMERICA

Coste orientali

Addottata l'ipotesi dell'influenza diretta d'una marea proveniente dalle Filippine, secondo la corrente equatoriale contraria, prendo come punto di scissione le Isole Galapagos:

Isola Charles	3^h 20'

AMERICA SETTENTRIONALE

Acapulco	3^h 00'
San Blas	9 47
Mazatlan	9 40
Baja Maddalena	(7 40)
Monterey	10 —
P. S. Francisco	10 50
Porto Bodega	11 50
Riviera Columbia	12 30
Baia di Nootka	12 50
Sitka	12 50
Isola Kodiack	12 45
Baja Nuciaga	12 50
Forte Nicolaewsky	16 —

ISOLE ALEUTINE

S. Paolo	16 —
Atka	12 20
Attu	12 50

AMERICA MERIDIONALE

Payta	3^h 20'
Callao de Lima	6 —
Coquimbo	9 30
Valparaiso	9 30
Bisbao	10 50
Valdivia	11 50
S. Carlos de Chiloè	12 7
Christmas Sound	2 30

(col salto di mezza giornata lunare)

ISOLE MALUINE

S. Stefano	7^h 56'
Albemarle	7 40

PATAGONIA

Coste orientali

Capo Vergini	7 56
Riviera Gallegos	8 26
Santa Cruz	10 20
Porto S. Giuliano	10 30
„ Désiré	13 14

(Isole Maluine e Patagonia: Marea riflessa)

NB. Abbiasi riguardo alla differenza di meridiano, la quale è assai sensibile anche su queste coste.

MAREA OCEANICA.

indipendente (o quasi) da movimenti sismici.

Sua probabile diffusione: Oceano indiano e golfi dipendenti. Coste dell'Africa meridionale. Coste del Brasile. Alcune coste ed isole sparse dell' Oceania.

Ore dei porti sulle spiaggie aperte.

AFRICA

Is. Madagascar	4h 15'
„ Mayotte	4 10
„ Amirauté	5 —
„ Mozambico	4 7
Capo di Buona Speranza	3 —
Baja della Tavola	2 51
„ Saldanha	2 30
„ S. Elena	2 26
„ Simon	3 —
Capo Serra	2 56
Angra Pequena	2 30
San Paolo di Loando	4 26
Entrata del Benin	4 10
„ „ Niger	4 —
„ „ Bouny	4 56
Isola S. Tommaso	4 16
Riviera di Gabon	4 56
Isola del Nord (Sherboro)	5h 56'

(congiunzione con la marea delle Antille)

BRASILE

Porto S. Elena	3 46
Is. S. Caterina	2 40
S. Sebastiano	1 56
Rio Janeiro	2 40
Capo Frio	1 36
Baia S. Spirito	2 56
Bahia	4 10
Pernambuco	4 58
Paraiba	4 20
Ciara	4 36
S. Luigi di Maranhao	(7 —)
Cajenna	4 33
Isole Salut	4 24
Nuova Amsterdam	3 46

MAREA SICULO-JONIA O MEDITERRANEA.

Mare Adriatico.

Cattaro	3h 45'
Lissa	5 10
Pola	9 28
Fasana	9 58
Pirano	10 22
Trieste	10 30
Venezia	10 48

Mare Jonio.

Patrasso	6 54

Mare Mediterraneo.

Napoli	10h 42'
Cagliari	9 31
Carlo Forte (Is. S. Pietro)	9 16
Tolone	20 —
Cette	19 55
Port Vendres	19 25
Ceuta (str. di Gibilterra)	2 23
Tetuan dto	1 30
Algeri	19 40
Iaffa	10 —

OSSERVAZIONI GENERALI

Le ore dei porti britannici (specialmente nell'Irlanda) non vanno d'accordo nei tre annuarî di cui mi sono servito; la differenza è talvolta, benchè in pochissimi casi, di mezz'ora; in generale diedi la preferenza ai dati più verosimili.

Le tavole dei porti francesi sono d'una concordanza ammirabile.

Molte altre indicazioni sono evidentemente poco accurate; p. e. nelle ore del mare del Nord dal Belgio alla Danimarca, l'ultima cifra dei minuti è sempre 5 o 0, il che accenna ad un'approssimazione alquanto elastica.

Dalla sconcordanza che feci osservare nelle ore del mare Adriatico, è facile formarsi un'idea dell'inesattezza di quelle che si riferiscono a porti lontani, ove esse vengono operate su basi ancor più imperfette.

In generale m'attenni per uniformità all'„*Annuaire des marées ecc.*" ma confrontando questi dati con quelli delle „*Tide-Tables*," vi trovo per alcune località differenze incompatibili con la pretesa loro esattezza.

Riepilogo Generale.

Gli elementi che militano in favore della nuova teoria, sono:

a) *per la marea delle Antille:*

1. L' evidentissima sua provenienza da S. O. sulle coste europee dell'Atlantico e da S. E. a Sud su quelle degli Stati Uniti; . . . . (6 a 9)
2. L'energia ch' essa ha su tutte le coste che hanno di fronte le Antille e specialmente nei seni che si aprono in quella direzione; . . . . (6 e 9)
3. Il rapporto d'altezza fra le due maree semidiurne, rapporto che corrisponde ad un punto situato *indubbiamente* presso l'Equatore; . . . . . . (9)
4. Il modo singolare in cui si producono le maree nel golfo del Messico; (argomento di cui non fo menzione nel testo; perchè i dati contenuti nelle „Tide Tables" inglesi non parlano del fenomeno, che nella sua generalità; converrà che mi procuri quelle degli Stati Uniti, per formarmene un concetto esatto.)
5. L'effetto immediato della culminazione della luna, il quale si manifesta nella *bassa marea* di Santa Lucia; . . . . (6)
6. Il vortice di Malström, che offre la periodicità stessa delle maree; (7)
7. Le correnti contrarie denominate „Gulf Stream" e della „Guinea"; (7 a 8)
8. I cicloni, di cui son centro le piccole Antille; . . . . . . (non menzionati)
9. I cosidetti *flutti di fondo,* attribuiti finora a varie cause; . . . . (8)
10. La sommersione dell'Atlantide molto contrastata finora e ritenuta leggendaria; . . . . (8)
11. Il terremoto di Lisbona, intimamente collegato in tutti i suoi fenomeni alla sommersione stessa; . . . . (7)
12. Il ritardo di trentasei ore nell'effetto, dovuto alla traversata dell'Atlantico; . . . . (9)

b) *per quella del Pacifico o delle Filippine:*

1. Il progresso della marea sulle coste americane; . . . . (11)
2. Le molte e svariate irregolarità delle maree nel grande arcipelago, ove per la vastità dell'Oceano dovrebbe invece essere *regolarissime;* (non menzionate)

3. L'ora del porto nel supposto punto radiante; . . . . (10)

4. Le due correnti contrarie „Black Strom“ ed „Equatoriale“; . . . . (10)

5. I flutti di fondo; . . . . (come nelle Antille)

6. La coincidenza dei cicloni con le sizigie e l'invariabilità relativa del loro centro; . . . . (10)

7. Il mare di Sargasso, analogo a quello dell'Atlantico e situato presso il cammino apparente della marea; . . . . (non menzionato)

8. La lunghissima catena vulcanica; . . . . (Tavola N. 1)

9. I frequenti terremoti di quella regione; . . . . (10)

c) *per la marea mediterranea:*

1. Le ore dei porti; . . . . (15)

2. La sua intensità nell'Adriatico e nella Sirti minore; . . . . . . (21)

3. L'affievolimento progressivo nel resto del Mediterraneo; . . . . . (22)

4. Le anomalie delle maree di Messina e di Negroponte; . . . . . . (22)

5. Il rapporto d'altezza fra le due maree semidiurne, in relazione all'altezza della luna rispetto la latitudine di 38°30'; . . . . (16)

6. L'effetto *immediato* dell'attrazione lunare e solare; . . . . (14)

7. Il vortice di Cariddi; . . . . (22)

8. La vicinanza dell'Etna al punto radiante; . . . . (15)

9. La concordanza di questo col radiante dei terremoti; . . . . . . (24-25)

10. Il limite d'altezza di M. 1. 15; . . . . (16)

Coi dati che vado raccogliendo, mediante le indicazioni delle „Tide Tables,“ riguardo le particolarità delle maree di tutto il globo, spero d'essere quanto prima in grado di mettere al chiaro con la mia teoria molte anomalie finora incomprese, specialmente in ciò che riguarda la sovrapposizione di due o più maree.

Avrei forse dovuto attendere a procurarmeli, prima di dare alla luce il mio lavoro, affinchè questo riuscisse più completo? Qnest'era la mia prima intenzione, ma poi m'avvidi d'avere innanzi a me un compito lunghissimo, giacchè durante la composizione tipografica, mi vennero sott'occhio molte cose dapprima ignorate, le quali confermano la mia teoria; ma nella previsione di trovare ulteriori argomenti, mi riservo di darne parte in altro trattato, meno precipitato e perciò meglio ponderato del presente, mentre in questo non ebbi di mira che l'annunzio della nuova teoria al mondo scientifico.

Tavola N. 1.

Carta mondiale dei principali radianti di marea.

180 — 0

Circolo polare artico

Asia

America del Nord

S. Lorenzo 19h 5'

S. Paolo 16h

Kodiack 12h 45'

S. Pietro e Paolo 15h 45'

Atka 12h 50'

Nootka 12.50'

45° N.

Catena vulcanica

Monrey 10h

Tropico del Cancro

Maddalena 7h 40'

Acapulco 3h 50'

Filippine

6 a 8h

Corrente contraria equatoriale

Linea equinoziale

Antille

Baja di Fundy

Gulf Stream

Malström

15h

12h

9h

6h

Europa

Asia

Africa

Corrente della Guinea

Cajenna 4h 32'

Payta 3h 26'

Callao de Lima 6h

America del Sud

Pernambuco 4h 58'

Capo Frio 1h 36'

S. Caterina 2h 40'

Coquimbo 9h 30'

Valdivia 11h 50'

P. S. Elena 16h

Christmas Sound 14h 45'

Ascensione 5h

S. Elena 2h 50'

Taiti (da 1h a 2h pom. solari)

Tropico del Capricorno

Oceania *)

Manava 7h 35'

Australia

45° S.

Is. Kismis 0h 3'

Golfo di Cambay 17h

Moka 19h 40'

Madras 9h 30'

Trincomalee 5h 52'

Achem 8h 46'

I. Chagos 0h 53'

Crokatoa 6h 46'

Mozambico 4h 7'

4h 15' Madagascar

Australia

Marea oceanica

*) In questo mare l'andamento del flusso presenta grandi irregolarità; converrebbe una serie estesissima d'osservazioni, per formarsene un concetto preciso.—

Circolo polare antartico

180 — 0

Prem. Lit. Linassi

Tavola #3.
(b)
A
(c)
a
(b)
A
Spiegazione dei segni.
A = Passaggio della ☽ e del ☉ al meridiano superiore.
a = " " " " " " " " inferiore.
(b) = Levare " " " " "
(c) = Tramonto " " " " "
Livello normale.
Marea = 0.13
" = 0.23
" risultante.
Le curve al di sotto del livello normale, rappresentano l'effetto d'inerzia.
Pie Linassi